心理科学进展 2018, Vol. 26, No. 3, 454–466
Advances in Psychological Science DOI: 10.3724/SP.J.1042.2018.00454

母爱行为对子代心理及行为的影响：基于动物模型的结果与思考*

李 钻 陈伟海

(认知与人格教育部重点实验室(西南大学); 西南大学心理学部, 重庆 400715)

摘 要 母爱行为是一种具有强烈动机和规律性的本能行为，主要表现为产仔的雌性对幼崽的一系列关爱和保护。母爱行为对子代心理和行为的影响逐渐受到越来越多研究者的关注，现有研究表明母爱行为不仅影响子代焦虑、抑郁、恐惧、冲动控制等情感及认知、学习能力，还与子代成年后心血管等疾病的发病率有关，并成为当今研究的重点。虽然关于母爱行为对后代心理和行为的影响及其机制目前已有较多的研究，但迄今为止并没有十分详尽具体的阐述。在这篇综述中，主要阐述了母爱行为对后代的心理和行为的影响，并且就当前研究的局限性进行总结。最后针对这些不足进一步对未来在该方面的研究工作提出一些相应的改善方法。

关键词 母爱行为; 心理发育; 行为发展

分类号 B845

1 引言

个体心理和行为的发展除受到基因的调控外，还与其幼年的经历密切相关(Champagne, Francis, Mar, & Meaney, 2003)。而母爱行为作为个体幼年时最重要的经验之一，对子代心理和行为的影响已逐渐成为当前研究的热点(Baram et al., 2012)。目前研究主要体现在对子代认知、神经发育、心理、应激等四个方面的考察。

母爱行为在分娩后迅速出现并稳定的遗传给子代雌性，Leckman 等人认为母爱行为对后代的发育，以及子代在成年后对自己后代的抚养有极其显著的影响(Leckman & Herman, 2002)。母爱行为是人和动物都具有的一种本能行为，主要表现为产仔雌性对幼崽的关爱和保护，其正常与否严重影响到幼崽的生存质量和神经系统的发育(Gammie, 2005)。对于啮齿类动物而言，异常母爱行为(主要是指产仔后雌性不经常舔舐幼崽、经常离窝、长时间不照顾幼崽，甚至还出现食仔癖现象)影响子代发育的范式通常有母婴分离、母爱剥夺和注射相关药物等(Kaplan, Evans, & Monk, 2008)。且普遍认为母婴分离对子代的影响主要取决于母婴分离的时间及分离时婴儿的年龄，短暂的母婴分离(3~15 分钟)需区别于长期的母婴分离(3~12 小时)，若分离时间达 24 小时，则为母爱剥夺(Walker, 2010)。Levine 实验室最先开始使用短暂的母婴分离(3 分钟) (Levine, 2000)，随后 Meaney 通过 15 分钟的母婴分离发现母鼠与幼鼠分离后的重聚会增加母鼠对幼鼠的舔舐行为(Meaney, Aitken, Bhatnagar, & Sapolsky, 1991)。正如 Walker 等人认为重复短暂的母婴分离可以作为促进幼鼠身心发展的积极范式，其成年后对应激有更好的生理和心理的适应性，与对照组相比前者有更好的神经可塑性及更低的焦虑水平，这与母鼠的舔舐除了引起泌尿和排便外，还对大脑的发育有重要作用这一结论相符(Walker, 2010)。不同的分离范式总体上都认为母爱行为与其幼崽的行为表现密切相关，同时改变产后雌性的喂养频率和强度也能对母婴分离所引起的后代心理和行为等的改变产生持续的调节作用(Walker, 2010)。

Meaney 等人假设母爱水平代表着幼崽生活中最直接的外在信号，并进一步影响幼崽对外界刺激的适应性调节，如在充满挑战性的环境中，

收稿日期：2017-06-13
* 中央高校基本科研业务费专项资金资助(SWU1709247)。
通信作者：陈伟海, E-mail: whchen@swu.edu.cn

机体应激和恐惧反应会显著增加，因为这也许可以相对降低环境对个体的危害(Meaney, 2001)。因此，早期在安全稳定的环境中成长特别是接受良好的母爱行为，是促进个体生理和心理健康发展并减少其成年后病理现象的关键因素(Smith & Prior, 1995)。相反异常的母爱行为，如母爱剥夺、持续的母婴分离或母亲缺乏照顾幼崽所需的基本能力(如母亲患有严重的生理或精神疾病)，都会在一定程度上影响婴儿正常的生理和心理发育(Penza, Heim, & Nemeroff, 2003)。

啮齿类、非人灵长类动物及人类的研究都证实了母爱行为对子代的心理和行为发展的影响(Masís-Calvo, Sequeira-Cordero, Mora-Gallegos, & Fornaguera-Trías, 2013)。而上述影响可能会由多种机制共同实现(Champagne, 2008)，如母爱行为能显著的影响子代神经系统的发育(如前额叶皮质的发育)，并调节子代对新异事物的反应和社会行为表现(Meaney, 2001)。研究表明早期经历如舔舐行为或母爱剥夺会影响个体成年后的认知和学习能力，前者会提高他们的认知功能并延迟与年龄相关的学习损害，而后者会损害个体的认知能力并加深与年龄有关的学习损害(Bredy, Lee, Meaney, & Brown, 2004; Meaney et al., 1991)。与此同时，母爱行为对子代个性特征的形成、行为表达及神经内分泌等方面也会产生持续复杂的影响(Cirulli, Berry, & Alleva, 2003)。人和动物的母爱行为有很多相似的特征(如表达心理功能和心理过程类似)，且多种动物是进行药物研究影响社会行为的有效模型(如临床用于研究产后抑郁背后心理机能及开发验证药物的作用) (Li, 2015)。此外，由于伦理等原因使得很多对于母爱行为的研究不能在人身上顺利进行(如取脑组织切片、电击幼崽等)。因此，动物模型对于母爱行为的研究至关重要。目前研究母爱行为对个体的影响主要有两种动物模型。一种是母婴分离和母爱剥夺；另一种是正常的母爱行为，主要是母亲对子代多方面的关心与照顾(Parker & Maestripieri, 2011)。母爱剥夺这一术语是由 John Bowlby 提出的，他认为母爱剥夺是个体早期所遭受的较为严重应激事件之一，不仅会导致个体相应的神经结构和功能的改变，也会使个体出现认知、记忆和情绪等精神活动的异常(Moriceau & Sullivan, 2006; Wan & Green, 2010)。而在母爱行为模型中，一方面研究者可以直接(如通过药物处理)或间接(如改变母亲生活环境)来操控母爱行为的质量；另一方面研究者观察自然状态下母爱行为的差异，而不对母性行为进行实验处理(Parker & Maestripieri, 2011)。在以上模型中，对暴露在不同水平的母爱行为的个体进行比较。

迄今为止，母爱行为会引起应激时子代大脑发生怎样的变化及如何诱发这些改变目前还并不明确(Numan & Young, 2016)。在前人研究的基础上，Garner 等人认为上述结果可能是由于长期接受异常的母爱行为，使子代的神经系统出现损伤与再生、神经生化与内分泌等方面的改变(Garner, Wood, Pantelis, & van den Buuse, 2007)。且 Uriarte 等人发现，母爱行为除了影响上述情感和应激反应外，还损害了雌性个体成年后的生殖功能(Uriarte, Breigeiron, Benetti, Rosa, & Lucion, 2007)。

随着社会和生活压力的剧增，罹患各种身心理疾病的比例也剧增，精神疾病比例上升尤为明显，使得社会也越来越重视心理学领域的发展。研究表明与普通人群相比，现有精神障碍人群中一半以上是产后女性，像产后抑郁、产后焦虑等尤为常见，而患有精神障碍的母亲缺乏正常抚养能力的现象也比比皆是(Li, 2015)。因此，研究母爱行为对子代的心理及行为的影响尤为重要，本文主要结合现有的研究结果就母爱行为对子代心理和行为的影响进行阐述。

2　母爱行为对子代生理发育、心理和行为等方面的影响

母爱行为是产后雌性对幼崽的一系列关爱行为，它在分娩后迅速出现并稳定地遗传给雌性后代(Chen et al., 2014)。良好的母爱行为不仅可以促进子代正常的生长发育、提高幼仔的存活率，还对种族的延续与发展有重要的意义(Kuroda, Tachikawa, Yoshida, Tsuneoka, & Numan, 2011)。但异常的母爱行为会通过影响子代的神经结构、神经化学或神经内分泌等方面，从而影响后代生理发育、心理和行为等的正常表达(Parker & Maestripieri, 2011)。这一部分主要是在母爱行为对子代神经发育、认知、心理和应激等方面的影响展开论述。

2.1　母爱行为对子代发育的影响

研究表明，母爱行为对后代发育的影响可能

是由于个体将其所接受的母爱行为作为一系列外界刺激并进一步刺激体内未成熟的神经细胞，从而激活相关的细胞信号传导通路影响子代神经细胞的正常发育，使基因表达发生相应的变化，继而使个体出现异常的生理发育及行为表现(Ohiwa, Saito, Chang, Nakamura, & Soya, 2006)。邝满元等人研究母爱剥夺对幼鼠生长发育及前额叶皮质(prefrontal cortex, PFC)基因表达的影响发现，母爱剥夺组动物体重和前额叶皮质 c-fos 的表达较对照组动物均显著降低(邝满元，邓鹏程，徐松，2009)。Katz 等人通过对松鼠猴进行间断母婴分离处理，发现与未分离组相比，母婴分离组动物前额叶皮层具有更大的灰质面积，而两者白质的面积并没有显著差异(Katz et al., 2009)。此外, Dettling 等人将狨猴进行重复的母婴分离处理，也发现母婴分离组幼崽的体重比对照组低 12%，他认为这主要是由破坏了婴儿内环境的稳态及其调节〔内环境稳态是指内环境各成分(如血浆、组织液、淋巴液)及理化性质(如渗透压、酸碱度)保持相对的稳定。内环境稳态的调节是一种反馈性调节：神经–体液–免疫调节网络是机体维持稳态的主要调节机制；在神经和体液的调节下，通过机体各器官、系统分工合作，协调一致，共同维持内环境的稳定；免疫系统能发现并消除异物、外来病原微生物等引起内环境波动的因素。〕、减少了哺乳时间或泌乳量等引起的(Dettling, Feldon, & Pryce, 2002)。Lau 等人通过实验也证明，母鼠在哺乳期遭受慢性束缚应激处理后进行测试，发现处理组母鼠分泌的乳汁明显少于对照组(Lau, 2001; Lau & Simpson, 2004)，因此，他认为母爱行为可能是通过使幼崽得不到正常成长所需的充足的营养，从而进一步影响幼崽的正常生长发育(Lau, 2001)。

Uriarte 等人通过对比经历高、低舔舐行为的幼崽，发现前者在旷场中有更高的自发活动且更早的睁开眼睛(Uriarte et al., 2007)。而 Sale 等人发现，加速幼崽的睁眼时间与视觉皮层中的脑源性神经营养因子(brain-derived neurotrophic factor, BDNF)的增加有关(Sale et al., 2004)，且不同的母爱行为明显影响子代的神经营养因子水平，如 BDNF (Liu, Diorio, Day, Francis, & Meaney, 2000)。诸多研究表明早期亲代缺失、被忽视或遭受虐待等体验使得个体表现出异常的神经化学及神经生物学反应，如促进糖皮质激素在海马、前额叶皮层等的脑区中过量的表达，从而抑制了这些脑区 BDNF 的表达导致抑郁或焦虑的发生、降低多巴胺递质的释放使得幼崽在实验过程中对新颖物体的接触时间和接触频率都明显减少及降低脑脊液中的 5-羟吲哚乙酸水平使得个体出现更多的抑郁样行为等(Law et al., 2009; Maestripieri, Lindell, Ayala, Gold, & Higley, 2005; Stevens, Leckman, Coplan, & Suomi, 2009)。同理, Murphy 等人发现母爱行为对后代的 DNA 修饰也有显著的影响，而个体的 DNA 修饰又与 DNA 分子的表达密切相关，他们认为这是对母爱行为有重要调节作用的某些基因激活的结果(Murphy, Berg, & Eshleman, 2005)。同理，对交叉抚养(先接受高水平的母爱行为，再接受低水平的母爱行为；或先接受低水平的母爱行为，在接受高水平的母爱行为)的后代雌激素受体 α (Estrogen receptor-α, ER-α)表达水平的分析也发现个体基因表达改变受到母爱行为的调控(Champagne et al., 2006)。因此, Francis 等人认为子代的生理发育并不能简单的归因于基因的调控，与个体所接受母爱行为也密切相关(Francis, Champagne, Liu, & Meaney, 1999)。

2.2 母爱行为对子代认知的影响

早期经历能显著增加个体身心疾病的发病率，而异常的母爱行为作为一种负性的早期经历显著的影响个体多方面的发展，但对于个体认知过程(经过大脑的加工处理，转换成内在的心理活动，进而支配个体的行为，这个过程就是信息加工的过程，也就是认知过程)和记忆等方面的影响机制较为复杂(Thomas, Caporale, Wu, & Wilbrecht, 2016)，且存在着性别的差异性(Grassi-Oliveira, Honeycutt, Holland, Ganguly, & Brenhouse, 2016)。动物研究表明，通过对大鼠进行间断的母婴分离，然后用电生理技术观察前额叶皮层、海马等脑区神经元的放电情况和使用新异物体识别范式测试母婴分离对幼崽认知过程和记忆影响，发现雌性后代其认知学习方面表现基本正常，而雄性大鼠后代则有明显的空间记忆和新近记忆损害(Reincke & Hanganu-Opatz, 2017)。然而, Azeredo 等人对小鼠研究发现，通过重复的母婴分离处理后测试幼崽前额叶皮层和海马内与神经元的连接及突触可塑性有关的钙粘蛋白 mRNA 表达水平(cadherin mRNA, CDH mRNA)，研究发现雌性幼崽海马中 CDH-1mRNA 水平(CDH-1mRNA 水平与认知记忆

表现呈显著的正相关关系)显著下降，且低于雄性幼崽，故他们认为母婴分离、cadherin mRNA 表达水平及性别在海马和前额叶皮层中存在显著的交互作用，且经过该实验处理后雌性幼崽认知过程的破坏比雄性幼崽更严重(de Azeredo et al., 2017)。同理，Thomas 等人通过对小鼠的重复母婴分离处理，发现在寻找熟悉事物的任务中往往需要花更多的时间，因此他认为不良的早期经历对个体的认知和记忆有重要的调节作用，但并没有比较不同性别之间的损伤程度(Thomas et al., 2016)。此外，Do 等人对大鼠重复的母婴分离处理后进行八臂迷宫的行为测试及小清蛋白(parvalbumin PVB)中间神经元测试(正常的小清蛋白中间神经元功能是个体形成正常认知过程的重要条件)，发现与对照组相比母婴分离组幼崽更难找到迷宫的正确方向且前额叶皮层中的 PVB 中间神经元显著减少，因此他们认为母婴分离对幼崽的认知有重要的调节作用(Do Prado et al., 2016)。

在以人为被试的研究中也得到类似的研究结果，通过对在职母亲离家工作对新生儿认知功能发展的影响的调查发现，3 岁以前特别是一岁以内母亲是否在职及在职时间的长短(直接关系到母亲照顾小孩的时间长短)对婴幼儿认知功能的发展有重要的调节作用，通过对孩子进行相应的图片词汇测试和行为问题指数测试，发现母亲工作的强度及时间对婴幼儿认知功能的发展存在显著的负面影响，但也并不是完全呈线性关系。并且发现男孩对所提供低质量、低关注的照顾、与照顾者的低依恋及生活环境的稳定性更敏感(Baydar & Brooks-Gunn, 1991)。

综上，我们发现不管是动物研究还是人的研究都表明，母爱行为对子代的认知功能的发展有重要的调节作用，但是是否存在显著地性别差异目前还没有明确的阐述。因此，在这一方面还需要进行更加深入详尽的研究。此外，通过对以上研究的分析，我们发现母爱行为对于动物研究中认知功能的影响结果我们普遍可以通过特殊的行为学测试比较直观的观察到，但是对于人在此方面的影响一般都是倾向于使用有关的问卷测量等，但是由于被试个体对问卷理解程度的差异、生活经历的差异涉及到个体的主观报告等方面原因，使得测量结果也易于出现偏差。

2.3　母爱行为对子代情绪的影响

母爱行为可以显著地影响个体的情绪表达。如个体早期形成的依恋方式明显地影响其成年后的人际交往和应对应激时情绪的稳定性，不安全型依恋的个体比安全型依恋的个体在应激源呈现时会产生更严重的抑郁和焦虑心理，心理学家认为依恋是在个体早期形成并主要发生于婴儿与主要抚养人之间，而依恋的形成及程度与个体早期经历的母爱行为密切相关(Hane & Fox, 2006)。研究表明若个体持续接受异常的母爱行为，在他成长的过程中大脑会以一种可以忍耐的方式持续运行着，成年后对刺激事件更易产生高恐惧(主要是指度事物恐惧的程度比一般个体更高)、高焦虑(主要是指对事件的焦虑的程度比一般个体更高)等生理和心理反应(Knudsen, 2004)。且 Parker 等人也发现幼时接受低水平的母爱行为会有更高的恐惧、焦虑、抑郁和冲动控制等情感表现(Parker & Maestripieri, 2011)。因此，个体所接受的母爱行为也许可以有效的预测个体成年后焦虑、抑郁等发病情况。

对人类、灵长类及啮齿类动物的研究中都表明不同的母爱行为对个体情绪的表达有着不同的影响(Liu et al., 2000; Ruddy & Bornstein, 1982)。动物研究表明用小鼠的交叉抚养范式[将前两周的幼崽先进行重复母婴分离，然后将其和母鼠共同置于有丰富外界刺激的生活环境(有各种玩具、同伴及各种食物)中]模拟早期不稳定环境对幼崽情绪的影响，发现母婴分离后的幼崽在旷场等测试中花更少的时间待在中心区域并表现出更多的焦虑样行为，而经过丰富环境中生活一段时间后的，其在旷场测试中在中心区域待的时间明显增加。说明早期生活环境的变化对幼崽情绪的表达有重要的调节作用(Cittaro et al., 2016; Luchetti et al., 2015)。此外，母爱行为明显的影响子代心理健康水平，接受低母爱行为水平的幼崽往往有更多的焦虑及胆怯样行为，反之亦反，且接受正常母爱行为的雌鼠成年后具备更完善的母爱行为(赵晓莲，齐淑芳，贾秀月, 2010)。Champagne 等人根据母鼠筑巢、舔舐等行为发生的频率将其分为高、低母爱行为组，发现与接受高母爱行为的幼崽相比，低母爱行为母鼠的幼崽往往具有更强烈的情绪反应、更高的心理疾病的发病率、积极联合注意减少及更低的探索能力(Champagne et al., 2003)。

同理，Hane 等人也发现子代在新异环境中探索的时间与其所接受的母爱行为水平呈正相关(Hane & Fox, 2006)，且接受低母爱行为的幼鼠对糖水等奖赏任务的动机强度明显比正常成长的幼鼠低，此外还更容易出现应对无能或习得性无助等抑郁、焦虑样行为(Shumake, Barrett, & Gonzalez-Lima, 2005)。以大鼠的母爱行为为例，通过重复的持续的母婴分离、母爱剥夺或注射相关药物等方式破坏母鼠的母爱行为会导致幼崽的低存活率或出现抑郁、焦虑和精神障碍等心理问题(Uriarte et al., 2007)。且研究发现对孕鼠给予慢性束缚性应激会增加产后母鼠对幼鼠的抚育和焦虑行为，会减少子代对外界刺激的攻击行为(Maestripieri, Badiani, & Puglisi-Allegra, 1991)，但 Smith 发现对孕鼠的慢性束缚应激会减少亲代对子代的陪伴时间，从而引发子代更强烈的惊恐反应(Smith, Seckl, Evans, Costall, & Smythe, 2004)，关于这个问题的最终结论还需要更加深入的研究。

同理，对人的研究也发现个体早期遭受虐待或被忽视，不仅会增加成年后罹患糖尿病、心血管疾病等生理疾病的概率(Champagne & Curley, 2009)，且罹患药物滥用(Anda et al., 2006)、抑郁症(Batten, Aslan, Maciejewski, & Mazure, 2004)、精神分裂症(Read, van Os, Morrison, & Ross, 2005)和焦虑症(Phillips, Hammen, Brennan, Najman, & Bor, 2005)等心理情感障碍的风险也显著增加。而母亲自身的情感障碍(如焦虑、抑郁等)或离家工作也会通过影响母爱行为的表达而影响子代心理的健康发育，如患有产后抑郁或产后焦虑的母亲会减少对婴儿的总体抚育行为(Nephew & Bridges, 2011)。一些研究者通过对产后抑郁母亲后代的行为表现进行追踪研究发现，他们在成长过程中总是表现为更爱哭闹、注意力更难集中、有更多的反社会行为及认知情感障碍(Grace, Evindar, & Stewart, 2003)。而母亲在哺乳期经历应激事件也会减少其母爱行为并损害婴儿的正常成长及增加婴儿的焦虑样行为表现(Baram et al. 2012; Mattson, Williams, Rosenblatt, & Morrell, 2001)。这些结果大体上都与动物研究结果类似。

通过对动物及人的研究结果分析发现，母婴分离往往但并不总是会增加子代的焦虑样行为，这与分离时间的长短有关，但低水平的母爱行为会使后代出现稳定的焦虑样行为(Sachser, Hennessy, & Kaiser, 2011)。且对于母爱行为对子代情绪的影响的结果测试，对动物研究而言，由于动物不能主观报告其情绪的变化我们只能通过行为学测试观察幼崽的行为表现从而进一步推测其情绪变化，但在这个过程中环境等外界因素均会对动物的行为产生较大的影响，所以容易对结果造成偏差。对人的研究而言，人可以主观的报告在某一条件下自己的感受，但是由于会具有不同程度的自我防御机制及不同被试个体对同一条件刺激也会有不同的敏感性，且很多数据都是通过让被试做问卷调查判定有没有一些创伤体验等都容易使所得结果出现一定程度的偏差。故在今后的研究中应予以适当的区分，并且将动物研究与人的研究相结合。

2.4 母爱行为对子代应激反应的影响

传统的神经和生理心理研究领域就“好”和“坏”两方面对应激和恐惧反应进行了探讨，他们将低的应激和恐惧反应定义为“好的”、“健康的”；相反将高的应激和恐惧反应定义为“坏的”甚至是“病理的” (Levine, 2000)。Penza 等人研究也表明，个体对应激源的恐惧程度与早期的“创伤性”体验直接相关，如幼年时遭受虐待、双亲丧失等均可导致其出现对应激源的过激反应或某些生理和心理障碍(Penza et al., 2003)。而通过研究的确发现低水平的母爱行为与子代应对应激时 HPA 轴和恐惧反应的增加有关(Champagne et al., 2003; Macrí, Mason, & Würbel, 2004)。

研究发现，母爱行为对子代应对应激时下丘脑–垂体–肾上腺轴(hypothalamic-pituitary-adrenal axis, HPAaxis)的反应强度也有较强的调节作用(Bosch, Müsch, Bredewold, Slattery, & Neumann, 2007)。动物研究发现，接受高母爱行为的后代在束缚应激实验中，促肾上腺皮质激素(Adrenocorticotrophic hormone, ACTH)和皮质酮(Corticosterone)水平显著低于低母爱行为后代，且母爱行为与应激引起的 ACTH 和皮质酮水平的改变呈负相关(Bhatnagar & Meaney, 1995)。而 Park 等人在急性应激呈现前 3 小时分别给接受高母爱行为和低母爱行为的幼鼠注射大量皮质酮，发现应激后高母爱行为后代的 ACTH 水平显著下降，而高母爱行为母鼠子代海马的糖皮质激素 mRNA 表达水平显著高于后者，他认为这可能与高母爱行为后代的糖皮质激素对 HPA 轴的负反馈

调节更敏感有关(Park, Hoang, Belluzzi, & Leslie, 2003)。De 等人也发现母爱剥夺可以改变子代糖皮质激素受体的表达，出现对再次应激事件易感性升高，且母鼠的母爱行为能直接影响幼鼠大脑的发育和海马糖皮质激素受体的表达(De Kloet, Vreugdenhil, Oitzl, & Joëls, 1998)。

同理，对人的研究也有类似的发现，即接受低水平母爱行为的个体对外界急慢性刺激表现出更高的应激和恐惧反应(Farrington, Gallagher, Morley, St Ledger, & West, 1988)。Esther 等人通过对不同质量母爱行为(通过洗澡对婴儿产生不同程度的不适感进行区分)对婴儿应激时唾液中皮质醇的分泌情况的研究发现，与接受较低质量的母爱行为相比接受高质量的母爱行为的婴儿总体上的皮质醇水平更低且能够更加快速的将升高的皮质醇调节至正常水平(Albers, Riksen-Walraven, Sweep, & de Weerth, 2008)。这与动物研究结果中的接受高母爱行为的幼崽相比接受低母爱行为的幼崽具有更低的皮质酮水平一致。

因此，动物和人的研究都发现不同质量的母爱行为对子代应对应激时的反应有重要的调节作用，且接受高母爱行为的后代总体上往往具有更低水平的应激反应。但在该方面动物与人的研究各有利弊：就动物研究而言动物被试容易获得和控制，可以在相对较短的时间内完成实验，研究者既可以测量应激对幼崽体内皮质酮的影响也可以通过对幼崽注射皮质酮观察应激时幼崽的反应；对人而言，由于其被试还会涉及到新生儿群体，所以整体上较难获得和控制且新生儿时期情感和语言表达等方面也没有发育完全，这对结果的影响也比较大，但是对新生儿的研究结果能够比较直观准确的反应母爱行为对婴儿的各方面调节作用而不需要在动物研究的结果上进行推导。由于以上研究中的差异及不同研究中所存在的局限，在今后的研究中我们应当对实验结果进行妥善的处理，将动物研究与人的研究相结合进行更加深入的研究。

2.5　母爱行为对子代社会行为的影响

母爱行为除了影响子代的生理、心理发育外，也显著的影响子代的行为表达。动物研究表明，产后恒河猴对幼崽不同程度的忽视行为与幼崽后期的行为表现及神经生物等特征密切相关，且幼崽在出生后前 3 个月内受虐程度与婴儿 4~6 个月期间的尖叫、打哈欠等行为发展的完善程度密切相关(Maestripieri et al., 2005)。McGuire 通过观察也发现抛弃型[产后雌性频繁的断开与幼崽的互动或仅留下幼崽独处(Fairbanks, 1989)]母爱行为导致幼崽表现出更多的独处行为，且脑脊液中的 5-羟吲哚乙酸水平也会降低，使得个体出现更多的抑郁样行为，通过研究由低到高母性行为环境下成长的幼崽发现，子代的发育不仅与遗传有关还与母爱行为密切相关(Maestripieri et al., 2005)，但长期接受异常的母爱行为是否会影响到幼崽相关基因的表达目前还没有明确的论述，还需要进一步深入的研究(Champagne & Curley, 2009)。

此外，通过对孤儿的追踪研究发现，在成长过程中母爱的缺失会显著的影响婴儿行为的表达，如对同伴表现出更多的攻击行为及更少的社交行为等，这些结论已经在灵长类和啮齿类动物研究中得到了验证(Roy, Rutter, & Pickles, 2004)。Harlow’s 和 Suomi 将刚出生的猕猴进行 3~12 个月的社会隔离，发现缺乏母体照顾的猕猴除了不能获得足够的营养外(Harlow & Suomi, 1971)，还表现出明显的游戏能力低下、更多的攻击行为(Suomi, Harlow, & Kimball, 1971)。且这些行为模式会持续到个体成年，从而影响下一代的心理和行为，因此会增加该行为在代与代之间复制率特别是在该模式下长大的雌性，会对其后代表现出高频率虐待、忽视甚至杀婴行为(Harlow & Suomi, 1971)。而对于剥夺母爱但允许其与同龄猕猴进行交流的幼崽，同样会提高它们 HPA 轴对应激的反应、改变 5-羟色胺系统(Ichise et al., 2006)，说明正是由于母体缺失而不是常规的社会分离导致了上述影响的出现。

综上所述，母爱行为的正常与否对子代认知、神经发育、心理、应激和行为等方面有重要的调节作用。但母爱行为也并不是唯一的对子代多方面的产生影响的因素，可能与环境、基因表达、社会交往等对子代生理、心理和行为等共同起作用，所以母爱行为对子代影响也并不能简单的解释为单一的线性关系，但母爱行为与子代的多方面发育是否成倒 U 行曲线或别的函数关系还有待进一步的深入研究。

3　已有研究的局限

尽管母爱行为对子代的影响已从大量的动物

模型中进行了探索，并且表明DNA修饰的机制可能对个体形成稳定的基因表达、生理、心理和行为起重要作用(Gammie, 2005)。然而，这些研究虽为母爱行为对子代心理和行为的影响提供了一个研究的框架，但实施起来还存在较多的问题，如由于环境的影响进行纵向研究及分析人脑组织DNA修饰改变的局限性(Weaver et al., 2004)。并且评估子代大脑发育及行为改变的分子机制时，脑组织材料就显得尤其的重要，但这在对人的研究过程中存在明显的限制(Champagne et al., 2003)。在这一部分主要对当前母爱行为对子代心理和行为研究的局限性进行简单的概括。

3.1 研究结果的差异性

由于很多行为研究范式及结果本身就受到性别、年龄和种族的影响(Barha, Pawluski, & Galea, 2007)，而同一研究内容选用不同的动物种类及实验范式往往会由于任务的复杂性、测试过程及任务动机等的不同而得出不同的结果(Barha et al., 2007)。如Sprague-Dawley母鼠比Long–Evans母鼠具有更少的母爱行为，且两者的母爱行为对幼崽也产生不同的影响(Moore, Wong, Daum, & Leclair, 1997)。此外，研究还表明某些神经方面的改变目前仅在Long–Evans鼠的雄性幼鼠中发现，可能对雌性幼鼠及Sprague–Dawley鼠的后代有不同的影响，在这一方面还需要进行进一步的研究(Barha et al., 2007)。而对记忆任务的研究，八臂迷宫最适于研究逐渐稳定的行为和工作记忆表现，而Morris水迷宫主要用于测量快速的与空间相关的记忆(Hodges, 1996)。并且在实验过程中由于实验时间的不一致，随着动物生理节律的变化其体内内源性皮质酮水平也逐渐的增加，即在下午测试大鼠的行为可能比上午测试的大鼠具有更高的皮质酮水平(Buijs, van Eden, Goncharuk, & Kalsbeek, 2003)。而在以人为被试的研究中，由于涉及到被试的生活经历及一些实验过程中的自主报告等方面的主观原因，使得不同的研究者对于同一问题的研究结果也许会存在一定的偏差，所以在对实验结果进行讨论时应该考虑到这些方面的影响。当然，由于伦理等原因大部分实验都不能直接用人进行研究且由于人生活环境的复杂性与多变性，所以有关人的母爱行为对子代神经内分泌、神经结构等方面的直接结论还是相对较少的。基本上都是基于对不同种类的动物进行研究得出结论，然后将结论进一步推论到人身上。然而，由于不同研究者在研究过程中所关注的重点及选用动物种类、实验范式的差异，在实验中可能会得出不同的结论。因此，在今后的实验中若得出不一致的实验结论，在进一步推论时可以综合考虑以上因素的影响。

3.2 动物研究推论的局限性

通过大量的前人研究，基本可以确定母爱行为在后代生理和心理的发展中有着至关重要的作用。但是子代在生理或心理方面的异常多大程度上取决于其所接受的母爱行为，目前还没有明确的定论。随着越来越多的动物行为学范式(条件躲避箱、高架十字迷宫等)被用来测试母爱行为的动机等方面，尽管这些范式对母爱行为的研究有很重要的现实意义，但由于不同的实验者选用动物种类、实验范式、观察指标、造模的药物及所关注的重点和选用的统计方法等方面的差异，导致出现不一致的实验结果。因此，很多实验结果并不能准确的反映出母爱行为对子代情感、认知和社会功能等心理和行为方面有无影响、有多大影响。并且在子代成长的过程中，母爱行为虽然作为个体最重要的早期体经历影响着个体的生理和心理发育，但还有很多社会因素(如学校教育、人际关系、社会压力和饮食习惯等)会单独或共同对个体产生影响。然而，这些因素对个体的影响在对动物进行研究时基本是无法模拟的，况且人是具有高级情感和独特个性的个体，所以对动物的研究结果进行推论时应注意推论的准确性及适用性。

3.3 不同抚养模式对后代影响的异同

随着当今社会犯罪年龄、各种生理疾病、心理疾病发生的年轻化及领养、留守儿童和隔代抚养比例的增加，个体早期经历对成年后生活的影响成为当今研究的一个热点。而母爱行为作为个体早期最重要的经历，其对后代心理和行为的影响已成为当前研究者关注的焦点。然而，对于留守儿童、孤儿等原因缺乏完整的母爱而经过隔代抚养或由其他监护人抚养的个体，其心理和行为的发育与完整母爱环境下成长的个体间的差异还缺乏更深入的研究。但当前研究主要关注了母爱行为或其他抚养模式(如隔代抚养)对后代心理和行为的影响，而并没有对比不同的抚养模式间对后代心理和行为的影响，从而更加客观的评价母

爱行为对后代生理、心理和行为影响的重要性。此外, 以动物为被试进行研究的过程中, 通过使用药物或其他手段破坏母爱行为从而观察在该环境中成长的幼崽与接受正常母爱行为的幼崽其在心理和行为发展的差异时, 应考虑到很多动物都是母亲单独抚养幼崽(即单亲抚养模式)。但当把这些结论推及到人身上时, 又要考虑到人类遵循的双亲抚养模式, 在婴儿成长过程中不仅母亲对其的心理和行为发展极为重要, 父亲也扮演着不可或缺的角色而且在婴儿发展的某些方面父亲也许起着更重要的作用。但是目前在双亲抚育特别是父亲的抚育对后代心理和行为的影响还缺乏充分的研究(Masís-Calvo et al., 2013)。

基于以上研究中的不足之处, 在今后的研究中我们应当努力克服当前研究中的局限性, 并且在此基础上通过不断的改善现有的研究范式和研究方法, 从而推进母爱行为对子代心理和行为影响的研究, 进一步提高社会在关注青少年身心健康的同时给予母亲身心健康更多的关注。

4　展望

这篇综述主要是通过总结目前有关母爱行为对后代心理和行为影响的研究, 发现研究中现存的局限性并就此提出一些改善方向, 从而提高社会对女性特别是母亲身心健康的关注度。由于母爱行为与环境、基因及后天教育等因素共同影响子代心理和行为状况, 所以母爱行为对后代心理和行为的影响并不能简单的解释为一个线性的单因素模型(Macrì & Würbel, 2006)。因此, 在解释母爱行为对后代心理和行为的影响时, 应考虑到多种因素的相互作用。通过以上对母爱行为影响子代心理和行为研究中的局限性, 今后我们也许可以从以下几个方面进行调整。

4.1　合理的选用实验动物

目前对母性行为的研究主要是通过不同种类的动物研究进行的, 多种动物都可以用来研究长期的早期生活对子代认知、神经发育、心理、应激等和行为的影响, 但各有利弊。就啮齿类动物而言, 其大鼠和小鼠的边缘皮层基质涉及到行为控制有关的认知、情感调节及 HPA 轴的发育与人和其它灵长类动物虽然类似但仍有一些差异(Parker & Maestripieri, 2011), 而灵长类动物对于研究早期经验对其后大脑的发育和行为的形成是一个极好的动物研究模型(Lyons & Parker, 2007)。但是灵长类动物的获取及操作过程与啮齿类动物相比难度都相对更大, 且往往需要更多的实验经费支持。在今后的研究中, 尽管不可能每个实验都能恰到好处的使用灵长类动物进行研究, 对于某些可能由于实验动物种类的不同而导致不一致的研究结果, 我们可以尝试选用可行的灵长类动物对实验结果的可信度进行验证。从而推进母爱行为对子代心理和行为影响有关研究的进一步发展。且由于不同的实验对象其本身在母爱行为的表达具有独特的机制, 故在今后的研究中, 对于某一问题的研究我们可以倾向于选用同一种类动物的研究结果进行对比, 然后进一步探讨出现不同结论的主要原因。当然, 如果该实验设计能够以人为被试实施实验, 我们应当尽量以人为主进行实验, 从而得出最终的实验结果。

4.2　多种作用机制的深入研究

迄今为止, 虽然关于母爱行为如何影响子代多方面发展的具体、详尽的机制还处于不断地研究之中, 但总体上认为母爱行为对子代的影响主要通过改变子代的神经结构、神经内分泌、神经生物和基因等方面(Parker & Maestripieri, 2011)。而动物研究表明早期经历对个体心理和行为等方面的影响可以通过适当的药理学的途径得到一定程度的改善, 说明早期环境对个体的影响也许能通过不同的药物而被翻转(Weaver et al., 2004)。因此, 基于以上观点我们也许可以探索个体异常的心理和行为向正常水平转化的条件及转化的程度, 为今后研究药物和母爱行为对后代的发展提供了新方向。通过动物多导仪、免疫组化技术和膜片钳等技术的使用, 使我们得以更加详尽的分析影响母爱行为的多种机制及异常的母爱行为对后代神经结构、神经内分泌等方面的影响。且对人来说, 除了涉及到取脑切片等不能在人体身上进行实验以外的某些研究, 目前我们可以通过采用影像学技术(如:功能性磁共振成像等)等研究母亲生活环境对子代大脑结构的影响, 定期对被试个体进行追踪扫描, 使得研究母爱行为对婴儿成长过程中神经系统结构渐变成为可能(Ho, Sanders, Gotlib, & Hoeft, 2016)。

4.3　加强不同抚养模式对子代影响的对比

对于幼崽的抚养, 除了母亲的亲自抚养外还包括单亲抚养、隔代抚养、领养及寄养等模式。

不同的抚养模式均会对后代心理和行为产生不同程度的影响，但是有些模式用动物难以造模如隔代抚养。然而，通过对比不同抚养范式对后代心理和行为的影响，在一定程度上又可以辅证母爱行为对后代心理和行为发展的重要性。如对双亲抚养模式的研究表明，当母亲对幼崽产生消极影响时父亲的存在可以弥补这一情景下对幼崽发育的消极影响，从而使后代的生理和心理得以正常发展(Bredy et al., 2004)。但是在实验条件下很难直观的模拟出不同的范式对子代的影响，且大约有 95%的动物都遵循母亲独自抚养的模式(Numan & Young, 2016)，但这与人的双亲抚养模式有很大的差别。因此在今后的研究中还需尽量完善造模过程并加强相关研究，且在今后的研究中利用动物研究结论去推论人的母爱行为对子代的影响时也需要慎重考虑动物种类的选择。如在鼠类动物中可以考虑选用草原田鼠(prairie vole)等遵循双亲抚养模式的动物进行实验，也许能够更直观的模拟人的双亲抚养模式对子代身心发育的影响。对于不同的范式对子代影响这方面的研究，动物研究范式则存在较多的局限，而以人为被试群体则更贴近我们的实验研究目的。基本上可以通过对不同的抚养范式选择不同的人群进行大样本量的追踪研究，如根据需要选取足够的留守儿童、领养儿童、单亲儿童及双亲儿童等不同的人群进行研究，从而对不同范式的结果进行比较得出相应的结论。但需注意尽量缩小外界环境对实验造成的干扰。

综上所述，母爱行为的正常与否极大的影响了子代认知、神经发育、心理、应激等方面的发展。而在动物与人的研究中由于其各有利弊，在今后的研究中我们应该尽量的将两者相结合对母爱行为影响子代神经发育、认识、心理及应激等方面进行更加深入的研究。此外，就人而言，社会应当不断提高对母亲身心健康的关注度并给予她们更多的理解和包容，加强女性特别是产后女性身心健康的筛查力度，有望培养出更多身心健全的后代。并且及时关注母亲及婴儿身心健康的变化，不仅能有效的控制母亲和婴儿焦虑、抑郁等心理障碍的发生，还能降低罹患相关生理疾病的概率，如心血管疾病等(Nephew & Bridges, 2011)。由于母性行为的异常导致子代成年后在不同年龄段存在的人际关系、社会适应、情感障碍、环境适应等问题人群所占比例之大，使得社会迫切的希望能够更有效的保障青少年的生理和心理得以正常的发展，并且该问题已成为当下社会健全发展的一个重要前提和基础。但是否可以弥补或翻转异常的母爱行为对子代心理和行为的消极影响，从而更好的促进后代心理和行为的健康发展是当前研究的重点和难点。因此，继续深入和细化母爱行为对后代心理和行为发影响研究具有相当重要的现实意义和潜在的临床意义。

参考文献

邝满元，邓鹏程，徐松. (2009). 母爱剥夺对子代鼠前额叶皮质 c-fos 蛋白表达的影响. *解剖科学进展, 15*(2), 199–201.

赵晓莲，齐淑芳，贾秀月. (2010). 母性行为的研究进展. *黑龙江医药科学, 33*(5), 90–91.

Albers, E. M., Riksen-Walraven, J. M., Sweep, F. C. G. J., & de Weerth, C. (2008). Maternal behavior predicts infant cortisol recovery from a mild everyday stressor. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, 49*(1), 97–103.

Anda, R. F., Felitti, V. J., Bremner, J. D., Walker, J. D., Whitfield, C., Perry, B. D., ... Giles, W. H. (2006). The enduring effects of abuse and related adverse experiences in childhood. A convergence of evidence from neurobiology and epidemiology. *European Archives of Psychiatry and Clinical Neuroscience, 256*(3), 174–186.

Baram, T. Z., Davis, E. P., Obenaus, A., Sandman, C. A., Small, S. L., Solodkin, A., & Stern, H. (2012). Fragmentation and unpredictability of early-life experience in mental disorders. *The American Journal of Psychiatry, 169*(9), 907–915.

Barha, C. K., Pawluski, J. L., & Galea, L. A. M. (2007). Maternal care affects male and female offspring working memory and stress reactivity. *Physiology and Behavior, 92*(5), 939–950.

Batten, S. V., Aslan, M., Maciejewski, P. K., & Mazure, C. M. (2004). Childhood maltreatment as a risk factor for adult cardiovascular disease and depression. *Journal of Clinical Psychiatry, 65*(2), 249–254.

Baydar, N., & Brooks-Gunn, J. (1991). Effects of maternal employment and child-care arrangements on preschoolers' cognitive and behavioral outcomes: Evidence from the children of the national longitudinal survey of abuth. *Developmental Psychology, 27*(6), 932–945.

Bhatnagar, S., & Meaney, M. J. (1995). Hypothalamic-pituitary-adrenal function in chronic intermittently cold-stressed neonatally handled and non handled rats. *Journal of Neuroendocrinology, 7*(2), 97–108.

Bosch, O. J., Müsch, W., Bredewold, R., Slattery, D. A., & Neumann, I. D. (2007). Prenatal stress increases HPA axis activity and impairs maternal care in lactating female offspring: Implications for postpartum mood disorder. *Psychoneuroendocrinology, 32*(3), 267–278.

Bredy, T. W., Lee, A. W., Meaney, M. J., & Brown, R. E. (2004). Effect of neonatal handling and paternal care on offspring cognitive development in the monogamous California mouse (*Peromyscus californicus*). *Hormones and Behavior, 46*(1), 30–38.

Buijs, R. M., van Eden, C. G., Goncharuk, V. D., & Kalsbeek, A. (2003). The biological clock tunes the organs of the body: Timing by hormones and the autonomic nervous system. *Journal of Endocrinology, 177*(1), 17–26.

Champagne, F. A., Francis, D. D., Mar, A., & Meaney, M. J. (2003). Variations in maternal care in the rat as a mediating influence for the effects of environment on development. *Physiology & Behavior, 79*(3), 359–371.

Champagne, F. A., Weaver, I. C. G., Diorio, J., Dymov, S., Szyf, M., & Meaney, M. J. (2006). Maternal care associated with methylation of the estrogen receptor-α1b promoter and estrogen receptor-α expression in the medial preoptic area of female offspring. *Endocrinology, 147*(6), 2909–2915.

Champagne, F. A. (2008). Epigenetic mechanisms and the transgenerational effects of maternal care. *Frontiers in Neuroendocrinology, 29*(3), 386–397.

Champagne, F. A., & Curley, J. P. (2009). Epigenetic mechanisms mediating the long-term effects of maternal care on development. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews, 33*(4), 593–600.

Chen, W. H., Zhang, Q., Su, W. X., Zhang, H. R., Yang, Y., Qiao, J., … Li, M. (2014). Effects of 5-hydroxytryptamine 2C receptor agonist MK212 and 2A receptor antagonist MDL100907 on maternal behavior in postpartum female rats. *Pharmacology Biochemistry and Behavior, 117*, 25–33.

Cirulli, F., Berry, A., & Alleva, E. (2003). Early disruption of the mother-infant relationship: Effects on brain plasticity and implications for psychopathology. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews, 27*(1–2), 73–82.

Cittaro, D., Lampis, V., Luchetti, A., Coccurello, R., Guffanti, A., Felsani, A., … Battaglia, M. (2016). Histone modifications in a mouse model of early adversities and panic disorder: Role for *Asic1* and neurodevelopmental genes. *Scientific Reports, 6*, 25131.

De Azeredo, L. A., Wearick-Silva, L. E., Viola, T. W., Tractenberg, S. G., Centeno-Silva, A., Orso, R., ... Grassi-Oliveira, R. (2017). Maternal separation induces hippocampal changes in cadherin-1 (*CDH*-1) mRNA and recognition memory impairment in adolescent mice. *Neurobiology of Learning and Memory, 141*, 157–167.

De Kloet, E. R., Vreugdenhil, E., Oitzl, M. S., & Joëls, M. (1998). Brain corticosteroid receptor balance in health and disease. *Endocrine Reviews, 19*(3), 269–301.

Dettling, A. C., Feldon, J., & Pryce, C. R. (2002). Repeated parental deprivation in the infant common marmoset (*Callithrix jacchus*, primates) and analysis of its effects on early development. *Biological Psychiatry, 52*(11), 1037–1046

Do Prado, C. H., Narahari, T., Holland, F. H., Lee, H. N., Murthy, S. K., & Brenhouse, H. C. (2016). Effects of early adolescent environmental enrichment on cognitive dysfunction, prefrontal cortex development, and inflammatory cytokines after early life stress. *Developmental Psychobiology, 58*(4), 482–491.

Fairbanks, L. A. (1989). Early experience and cross-generational continuity of mother-infant contact in vervet monkeys. *Developmental Psychobiology, 22*(7), 669–681.

Farrington, D. P., Gallagher, B., Morley, L., St Ledger, R. J., & West, D. J. (1988). Are there any successful men from criminogenic backgrounds? *Psychiatry, 51*(2), 116–130.

Francis, D. D., Champagne, F. A., Liu, D., & Meaney, M. J. (1999). Maternal care, gene expression, and the development of individual differences in stress reactivity. *Annals of the New York Academic of Sciences, 896*(1), 66–84.

Gammie, S. C. (2005). Current models and future directions for understanding the neural circuitries of maternal behaviors in rodents. *Behaviroal and Cognitive Neuroscience Review, 4*(2), 119–135.

Garner, B., Wood, S. J., Pantelis, C., & van den Buuse, M. (2007). Early maternal deprivation reduces prepulse inhibition and impairs spatial learning ability in adulthood: No further effect of post-pubertal chronic corticosterone treatment. *Behavioral Brain Research, 176*(2), 323–332.

Grace, S. L., Evindar, A., & Stewart, D. E. (2003). The effect of postpartum depression on child cognitive development and behavior: A review and critical analysis of the literature. *Archives of Women's Mental Health, 6*(4), 263–274.

Grassi-Oliveira, R., Honeycutt, J. A., Holland, F. H., Ganguly, P., & Brenhouse, H. C. (2016). Cognitive impairment effects of early life stress in adolescents can be predicted with early biomarkers: Impacts of sex, experience, and cytokines. *Psychoneuroendocrinology, 71*, 19–30.

Hane, A. A., & Fox, N. A. (2006). Ordinary variations in maternal caregiving influence human infants' stress reactivity. *Psychological Science, 17*(6), 550–556.

Harlow, H. F., & Suomi, S. J. (1971). Social recovery by isolation-reared monkeys. *Proceedings of the National*

Academy of Sciences of the United States of America, 68(7), 1534–1538.

Ho, T. C., Sanders, S. J., Gotlib, I. H., & Hoeft, F. (2016). Intergenerational neuroimaging of human brain circuitry. *Trends in Neurosciences, 39*(10), 644–648.

Hodges, H. (1996). Maze procedures: The radial-arm and water maze compared. *Cognitive Brain Research, 3*(3–4), 167–181.

Ichise, M., Vines, D. C., Gura, T., Anderson, G. M., Suomi, S. J., Higley, J. D., & Innis, R. B. (2006). Effects of early life stress on [^{11}C]DASB positron emission tomography imaging of serotonin transporters in adolescent peer- and mother-reared rhesus monkeys. *Journal of Neuroscience, 26*(17), 4638–4643.

Kaplan, L. A., Evans, L., & Monk, C. (2008). Effects of mothers' prenatal psychiatric status and postnatal caregiving on infant biobehavioral regulation: Can prenatal programming be modified? *Early Human Development, 84*(4), 249–256.

Katz, M., Liu, C., Schaer, M., Parker, K. J., Ottet, M. C., Epps, A., … Lyons, D. M. (2009). Prefrontal plasticity and stress inoculation-induced resilience. *Developmental Neuroscience, 31*(4), 293–299.

Knudsen, E. I. (2004). Sensitive periods in the development of the brain and behavior. *Journal of Cognitive Neuroscience, 16*(8), 1412–1425.

Kuroda, K. O., Tachikawa, K., Yoshida, S., Tsuneoka, Y., & Numan, M. (2011). Neuromolecular basis of parental behavior in laboratory mice and rats: With special emphasis on technical issues of using mouse genetics. *Progress in Neuro-Psychopharmacology and Biological Psychiatry, 35*(5), 1205–1231.

Lau, C. (2001). Effects of stress on lactation. *Pediatric Clinics of North America, 48*(1), 221–234

Lau, C., & Simpson, C. (2004). Animal models for the study of the effect of prolonged stress on lactation in rats. *Physiology and Behavior, 82*(2–3), 193–197.

Law, A. J., Pei, Q., Walker, M., Gordon-Andrews, H., Weickert, C. S., Feldon, J., … Harrison, P. J. (2009). Early parental deprivation in the marmoset monkey produces long-term changes in hippocampal expression of genes involved in synaptic plasticity and implicated in mood disorder. *Neuropsychopharmacology, 34*(6), 1381–1394.

Leckman, J. F., & Herman, A. E. (2002). Maternal behavior and developmental psychopathology. *Biological Psychiatry, 51*(1), 27–43.

Levine, S. (2000). Influence of psychological variables on the activity of the hypothalamic-pituitary-adrenal axis. *European Journal of Pharmacology, 405*(1–3), 149–160.

Li, M. (2015). Antipsychotic drugs on maternal behavior in rats. *Behavioral Pharmacology, 26*(6), 616–626.

Liu, D., Diorio, J., Day, J. C., Francis, D. D., & Meaney, M. J. (2000). Maternal care, hippocampal synaptogenesis and cognitive development in rats. *Nature Neuroscience, 3*(8), 799–806.

Luchetti, A., Oddi, D., Lampis, V., Centofante, E., Felsani, A., Battaglia, M., & D'Amato, F. R. (2015). Early handling and repeated cross-fostering have opposite effect on mouse emotionality. *Frontiers in Behavioral Neuroscience, 9*, 93.

Lyons, D. M., & Parker, K. J. (2007). Stress inoculation-induced indications of resilience in monkeys. *Journal of Traumatic Stress, 20*(4), 423–433.

Macrí, S., Mason, G. J., & Würbel, H. (2004). Dissociation in the effects of neonatal maternal separations on maternal care and the offspring's HPA and fear responses in rats. *European Journal of Neuroscience, 20*(4), 1017–1024.

Macrì, S., & Würbel, H. (2006). Developmental plasticity of HPA and fear responses in rats: A critical review of the maternal mediation hypothesis. *Hormones and Behavior, 50*(5), 667–680.

Maestripieri, D., Badiani, A., & Puglisi-Allegra, S. (1991). Prepartal chronic stress increases anxiety and decreases aggression in lactating female mice. *Behavioral Neuroscience, 105*(5), 663–668.

Maestripieri, D., Lindell, S. G., Ayala, A., Gold, P. W., & Higley, J. D. (2005). Neurobiological characteristics of rhesus macaque abusive mothers and their relation to social and maternal behavior. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews, 29*(1), 51–57.

Masís-Calvo, M., Sequeira-Cordero, A., Mora-Gallegos, A., & Fornaguera-Trías, J. (2013). Behavioral and neurochemical characterization of maternal care effects on juvenile Sprague-Dawley rats. *Physiology & Behavior, 118*, 212–217.

Mattson, B. J., Williams, S., Rosenblatt, J. S., & Morrell, J. I. (2001). Comparison of two positive reinforcing stimuli: Pups and cocaine throughout the postpartum period. *Behavioral Neuroscience, 115*(3), 683–694.

Meaney, M. J., Aitken, D. H., Bhatnagar, S., & Sapolsky, R. M. (1991). Postnatal handling attenuates certain neuroendocrine, anatomical, and cognitive dysfunctions associated with aging in female rats. *Neurobiology of Aging, 12*(1), 31–38.

Meaney, M. J. (2001). Maternal care, gene expression, and the transmission of individual differences in stress reactivity across generations. *Annual of Review Neuroscience, 24*, 1161–1192.

Moore, C. L., Wong, L., Daum, M. C., & Leclair, O. U.

(1997). Mother-infant interactions in two strains of rats: Implications for dissociating mechanism and function of a maternal pattern. *Developmental Psychobiology, 30*(4), 301–312.

Moriceau, S., & Sullivan, R. M. (2006). Maternal presence serves as a switch between learning fear and attraction in infancy. *Nature Neuroscience, 9*(8), 1004–1006.

Murphy, K. M., Berg, K. D., & Eshleman, J. R. (2005). Sequencing of genomic DNA by combined amplification and cycle sequencing reaction. *Clinical Chemistry, 51*(1), 35–39.

Nephew, B. C., & Bridges, R. S. (2011). Effects of chronic social stress during lactation on maternal behavior and growth in rats. *Stress, 14*(6), 677–684.

Numan, M., & Young, L. J. (2016). Neural mechanisms of mother-infant bonding and pair bonding: Similarities, differences, and broader implications. *Hormones and Behavior, 77*, 98–112.

Ohiwa, N., Saito, T., Chang, H., Nakamura, T., & Soya, H. (2006). Differential responsiveness of c-Fos expression in the rat medulla oblongata to different treadmill running speeds. *Neurosciende Research, 54*(2), 124–132.

Park, M. K., Hoang, T. A., Belluzzi, J. D., & Leslie, F. M. (2003). Gender specific effect of neonatal handling on stress reactivity of adolescent rats. *Journal of Neuroendocrinology, 15*(3), 289–295

Parker, K. J., & Maestripieri, D. (2011). Identifying key features of early stressful experiences that produce stress vulnerability and resilience in primates. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews, 35*(7), 1466–1483.

Penza, K. M., Heim, C., & Nemeroff, C. B. (2003). Neurobiological effects of childhood abuse: Implications for the pathophysiology of depression and anxiety. *Archives of Women's Mental Health, 6*(1), 15–22.

Phillips, N. K., Hammen, C. L., Brennan, P. A., Najman, J. M., & Bor, W. (2005). Early adversity and the prospective prediction of depressive and anxiety disorders in adolescents. *Journal of Abnormal Child Psychology, 33*(1), 13–24.

Read, J., van Os, J., Morrison, A. P., & Ross, C. A. (2005). Childhood trauma, psychosis and schizophrenia: A literature review with theoretical and clinical implications. *Acta Psychiatrica Scandinavica, 112*(5), 330–350.

Reincke, S. A. J., & Hanganu-Opatz, I. L. (2017). Early-life stress impairs recognition memory and perturbs the functional maturation of prefrontal-hippocampal-perirhinal networks. *Scientific Reports, 7*, 42042.

Roy, P., Rutter, M., & Pickles, A. (2004). Institutional care: Associations between overactivity and lack of selectivity in social relationships. *Journal of Child Psychology Psychiatry, 45*(4), 866–873.

Ruddy, M. G., & Bornstein, M. H. (1982). Cognitive correlates of infant attention and maternal stimulation over the first year of life. *Child Development, 53*(1), 183–188

Sachser, N., Hennessy, M. B., & Kaiser, S. (2011). Adaptive modulation of behavioural profiles by social stress during early phases of life and adolescence. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews, 35*(7), 1518–1533.

Sale, A., Putignano, E., Cancedda, L., Landi, S., Cirulli, F., Berardi, N., Maffei, L. (2004). Enriched environment and acceleration of visual system development. *Neuropharmacology, 47*(5), 649–660.

Shumake, J., Barrett, D., & Gonzalez-Lima, F. (2005). Behavioral characteristics of rats predisposed to learned helplessness: Reduced reward sensitivity, increased novelty seeking, and persistent fear memories. *Behavioural Brain Research, 164*(2), 222–230.

Smith, J., & Prior, M. (1995). Temperament and stress resilience in school-age children: A within-families study. *Journal of the American Academy Child & Adolescent Psychiatry, 34*(2), 168–179.

Smith, J. W., Seckl, J. R., Evans, A. T., Costall, B., & Smythe, J. W. (2004). Gestational stress induces post-partum depression-like behaviour and alters maternal care in rats. *Psychoneuroendocrinology*, *29*(2), 227–244.

Stevens, H. E., Leckman, J. F., Coplan, J. D., & Suomi, S. J. (2009). Risk and resilience: Early manipulation of macaque social experience and persistent behavioral and neurophysiological outcomes. *Journal of the American Academy Child & Adolescent Psychiatry, 48*(2), 114–127.

Suomi, S. J., Harlow, H. F., & Kimball, S. D. (1971). Behavioral effects of prolonged partial social isolation in the rhesus monkey. *Psychological Reports, 29*(3), 1171–1177.

Thomas, A. W., Caporale, N., Wu, C., & Wilbrecht, L. (2016). Early maternal separation impacts cognitive flexibility at the age of first independence in mice. *Developmental Cognitive Neuroscience, 18*, 49–56.

Uriarte, N., Breigeiron, M. K., Benetti, F., Rosa, X. F., & Lucion, A. B. (2007). Effects of maternal care on the development, emotionality, and reproductive functions in male and female rats. *Developmental Psychobiology, 49*(5), 451–462.

Walker, C. D. (2010). Maternal touch and feed as critical regulators of behavioral and stress responses in the offspring. *Developmental Psychobiology, 52*(7), 638–650.

Wan, M. W., & Green, J. (2010). Negative and atypical story content themes depicted by children with behaviour problems. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, 51*(10), 1125–1131.

Weaver, I. C. G., Cervoni, N., Champagne, F. A., D'Alessio, A. C., Sharma, S., Seckl, J. R., … Meaney, M. J. (2004). Epigenetic programming by maternal behavior. *Nature Neuroscience, 7*(8), 847–854.

Effects of maternal behavior on offspring's psychology and behavior: Based on animal studies

LI Zuan; CHEN Weihai

(*Key Laboratory of Cognition and Personality* (*SWU*), *Ministry of Education; Faculty of Psychology, Southwest University, Chongqing* 400715, *China*)

Abstract: Maternal behavior is a kind of instinctive behavior with strong motivation and regularity, reflected in a series of care and protection for their pups. Previous studies have shown that maternal behavior does not only affect the emotions, the cognitive and learning abilities of offspring, but also relates to the incidence of cardiovascular diseases. Therefore, the influence of maternal behavior on offspring's psychological functions and behavior has received more and more attention in recent years. A lot of researches have explored the influence of maternal behavior on offspring's psychological functions and behavior and tried to elucidate the mechanisms underlying it. While there is no review to discuss the issues above in details. In the present review, we deeply discussed the effects of maternal behavior on the psychological functions and behavior of offspring. Furthermore, we also tried to explainthe limitations of the previous studies. Lastly, in view of these deficiencies, we put forward some suggestions that might improve the future study work in this field.

Key words: maternal behavior; psychological development; behavior development